Indoor agriculture

الزراعة الداخلية، أو الزراعة في بيئة مُتحكَّم فيها (CEA)، تُزرع المحاصيل في مساحات مغلقة كالبيوت الزجاجية والمستودعات والمزارع العمودية باستخدام تقنيات مثل الزراعة المائية والزراعة الهوائية، لخلق ظروف مُتحكَّم فيها، بغض النظر عن أحوال الطقس.
تُتيح هذه الطريقة إنتاجًا غذائيًا على مدار العام، وزيادة الغلات، وتقليل استهلاك المياه، وتُتيح الزراعة في المناطق الحضرية أو المناطق غير الصالحة للزراعة، مع أنها تتطلب طاقة كبيرة
للمساحات الكبيرة للإضاءة والتحكم في المناخ و عوامل مثل درجة الحرارة والرطوبة وتوصيل العناصر الغذائية لتحسين نمو النباتات.

- طرق الزراعة بدون تربة Soilless Growing Methods:

1. الزراعة العمودية :

نظام زراعي يزرع فيه المحاصيل على طبقات مكدسة رأسياً في طبقات متراصة، غالباً داخل مبانٍ أو هياكل أخرى، ضمن بيئة مُتحكم بها توفر الإضاءة والماء والمغذيات اللازمة لنمو النباتات. تهدف هذه التقنية إلى زيادة إنتاجية المحاصيل في مساحات محدودة، وتقليل استهلاك المياه، وتمكين الزراعة على مدار العام بغض النظر عن الطقس، وإنتاج غذاء صحي وخالٍ من المبيدات. وغالبًا ما تكون في المناطق الحضرية. و توفير المساحة و الأراضي. تعتمد العديد من المزارع العمودية على تقنيات مثل الزراعة المائية (النباتات في محلول مغذٍ) أو الزراعة الهوائية (الجذور في الهواء مع رذاذ المغذيات) بدلاً من التربة.

تزيد بشكل كبير من كمية المحاصيل التي يمكن إنتاجها على مساحة أرض محدودة.

و تقلل من استهلاك المياه بشكل كبير مقارنة بالزراعة التقليدية وتُقلل من الحاجة إلى المبيدات.

تُمكن من إنتاج المحاصيل في أي وقت، بغض النظر عن الظروف الجوية الموسمية أو الخارجية.

تسمح بزراعة المنتجات في المناطق الحضرية، مما يقلل من مسافات النقل ويضمن توفر المنتجات الطازجة بالقرب من المستهلكين.

تمنع استخدام المبيدات والأعشاب، مما ينتج عنه غذاء صحي وخالٍ من المواد الكيميائية الضارة.

2. الزراعة الهوائية (Aeroponics):

تُرش جذور النباتات بمحاليل غنية بالعناصر الغذائية، مما يزيد من تعرضها للأكسجين.

و هي تقنية زراعية لا تستخدم التربة، حيث تُعلّق جذور النباتات في الهواء وتُروى باستمرار برذاذ غني بالمغذيات، مما يوفر لها الأكسجين والماء والعناصر الغذائية اللازمة للنمو السريع والفعال. تُعد الزراعة الهوائية نوعًا من الزراعة المائية، وتتميز بكفاءتها في استخدام المياه والأراضي، مما يجعلها حلاً واعدًا لمواجهة تحديات الأمن الغذائي والزراعة في المناطق الحضرية والمساحات المحدودة.

- آلية عمل الزراعة الهوائية:

* **تعليق الجذور:** تُثبّت النباتات في نظام مخصص بحيث تتدلى جذورها في الهواء.
* **الرش بالمغذيات:** تُضخ مضخة محلول يحتوي على الماء والعناصر الغذائية بشكل دوري لرش الجذور عبر فوهات خاصة.
* **امتصاص الأكسجين:** يسمح تعليق الجذور في الهواء بتوفير مستوى عالٍ من الأكسجين، مما يحفز نموًا أسرع للنبات.
* **أنظمة مغلقة:** غالبًا ما تتم الزراعة الهوائية في بيئات مغلقة وخاضعة للرقابة، مما يقلل من الآفات والأمراض.

- الزراعة الداخلية، أو الزراعة في بيئة مُتحكَّم فيها (CEA):

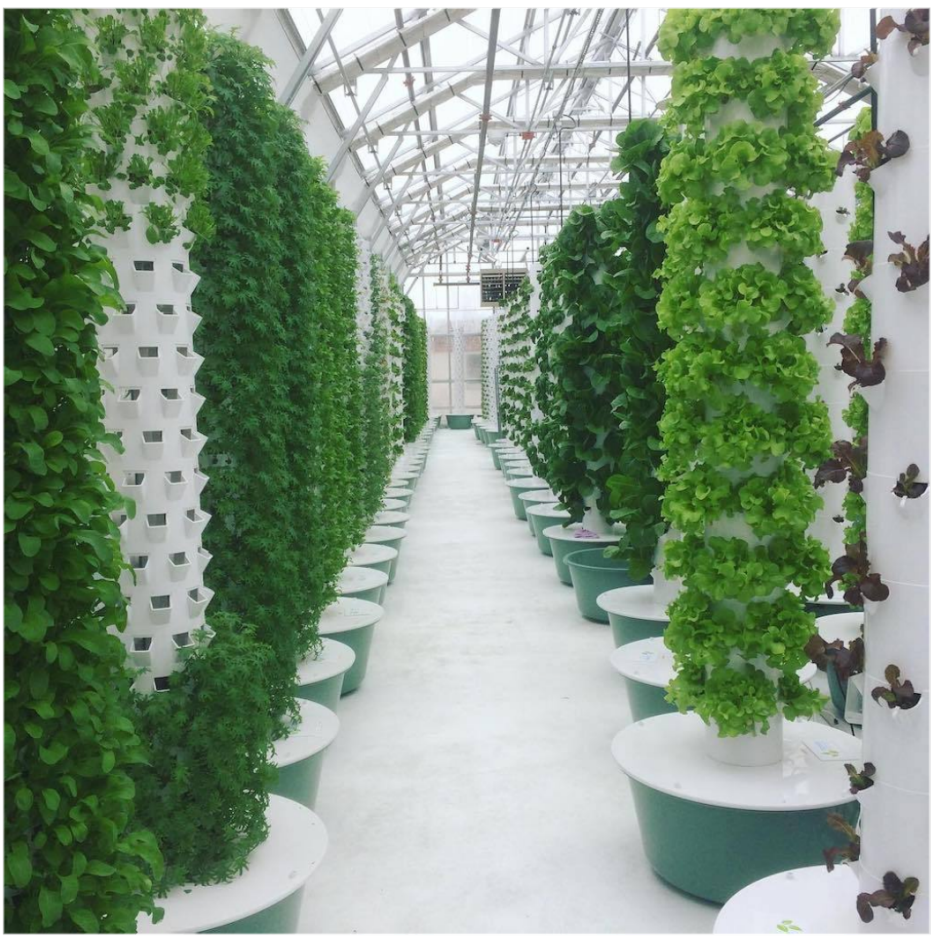
* تتطلب معدات متخصصة مثل المضخات والأنابيب.
* تتطلب وحدات تحكم آلي في المحاليل المغذية و الماء وضبط

الظروف المناخية مثل الحرارة، الضوء، الرطوبة.
* تتطلب وحدات تيار كهربائي غير منقطع مثل UPS. لتغذية وحدات التحكم و المعدات.
* الإضاءة الاصطناعية: تُستبدل مصابيح LED بأشعة الشمس، مما يوفر الطيف وكثافة الضوء اللازمين للنباتات للنمو في الداخل.

أمثلة:

https://youtube.com/shorts/7HD_DBZzw1k?si=OlJvrNJxJty5Pr0I

https://youtube.com/shorts/I8_iB29fsEc?si=Tc7mE640HSMGb1B9



- وحدة التحكم في الزراعة المائية:

هي جهاز آلي، يُطلق عليه غالبًا "عقل" نظام الزراعة المائية، يراقب ويضبط العوامل البيئية المهمة، مثل الرقم الهيدروجيني، ومستويات المغذيات، ومستويات المياه، والإضاءة، والمناخ، لتعزيز النمو الأمثل للنبات. باستخدام أجهزة الاستشعار وأنظمة الجرعات الآلية، تحافظ هذه الوحدات على ظروف مستقرة، مما يُغني عن التعديلات اليدوية، ويُحسّن الكفاءة والإنتاجية وصحة النبات، وهو أمر مفيد لمزارعي الزراعة المائية المنزلية والتجارية على حد سواء.

- كيف يعمل؟

1. **المراقبة:** تقيس المستشعرات الموجودة في خزان الزراعة المائية باستمرار معايير رئيسية مثل الرقم الهيدروجيني (pH)، والموصلية الكهربائية (EC)، ودرجة حرارة المحلول المغذي.
2. **التحليل:** تحلل وحدة التحكم هذه البيانات آنيًا.
3. **التعديل:** في حال انحراف أي معيار عن المستويات المثلى المحددة مسبقًا، تُفعّل وحدة التحكم مضخات الجرعات لإضافة مُعدّلات الرقم الهيدروجيني (مثل الأحماض أو القواعد) أو مُركّزات المغذيات حتى يصل المحلول إلى الحالة المطلوبة.
4. **الأتمتة:** العملية دورية وتلقائية، وتتطلب الحد الأدنى من التدخل البشري بعد الإعداد والمعايرة الأولية.

- الميزات والفوائد الرئيسية:

1. **التحكم الآلي في العناصر الغذائية ودرجة الحموضة (pH):** يحافظ على ثبات ومستوى مثالي من العناصر الغذائية (EC) ومستويات pH، مما يحمي النباتات من الإجهاد ونقص العناصر الغذائية.
2. **المراقبة عن بُعد:** تتصل العديد من وحدات التحكم بمنصات سحابية وتطبيقات جوال، مما يسمح للمستخدمين بمراقبة أنظمتهم والتحكم بها من أي مكان.
3. **التحكم البيئي:** يمكن لبعض الوحدات أيضًا أتمتة والحفاظ على درجة الحرارة والرطوبة والإضاءة المثالية في بيئة الزراعة.

4. **إدارة المياه:** تشمل الميزات مراقبة وإدارة مستوى المياه تلقائيًا لتجنب أي إزعاج.
5. **زيادة الكفاءة والإنتاجية:** من خلال توفير تحكم بيئي دقيق، تقلل وحدات التحكم من إجهاد النبات وتؤدي إلى نمو صحي وإنتاجية أعلى.

- أمثلة على المكونات:

1. **مستشعرات الرقم الهيدروجيني ومضخات الجرعات:** لقياس وضبط مستوى الرقم الهيدروجيني للمحلول المغذي.
2. **مستشعرات EC/PPM:** لمراقبة تركيز المغذيات.
3. **وحدة التحكم:** وحدة المعالجة المركزية التي تستقبل البيانات وترسل الأوامر إلى المضخات والمكونات الأخرى.
4. **خزانات المغذيات:** حيث يُخزن المحلول المغذي ويُخلط.

باختصار، تُسهّل وحدة التحكم في الزراعة المائية عملية الحفاظ على نظام مائي فعال، مما يجعله أكثر موثوقية وإنتاجية.

أمثلة على وحدات التحكم بالزراعة المائية
https://getgrowee.com/

https://farmario.com/en/our-products/hydroponics-control-unit/

By: Haytham Zeidan
https://archive.org/details/@wazefapress